

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.160>

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ В ПОЛИКЛИНИКАХ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Научная статья

Силкин А.В.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0002-2238-5808;

¹ Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (anton.silkin.99[at]mail.ru)

Аннотация

2024 год ознаменован интенсивным и повсеместным развитием сегмента информационных технологий. Интеграция данных решений наблюдается практически во всех сферах жизнедеятельности современного человека, включая медицинскую отрасль. Особенную актуальность и значение приобретает использование интеллектуальных технологий в медицинской отрасли для анализа данных. Основной целью представленной статьи является комплексное исследование вопросов, связанных с применением интеллектуальных решений в рамках задачи анализа медицинских данных в поликлиниках города Воронежа. В работе приводятся результаты исследования актуальности и необходимости применения искусственного интеллекта в рамках исходной задачи. Материалы отражают основные аспекты формирования интеллектуального решения. Автором представлены результаты разработки программы, реализующей интеллектуальный модуль обработки медицинских данных. Результаты статьи могут представлять интерес для современных разработчиков программного обеспечения, обосновывая технические подходы и аспекты к разработке программы. Вместе с этим материалы работы могут быть полезны для персонала и руководства медицинских учреждений города Воронежа, обосновывая актуальность и необходимость цифрового развития и интеграции искусственного интеллекта, в частности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информационные технологии, поликлиника, медицинские данные, Воронеж.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ANALYSE MEDICAL DATA IN CLINICS OF VORONEZH

Research article

Silkin A.V.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0002-2238-5808;

¹ Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

* Corresponding author (anton.silkin.99[at]mail.ru)

Abstract

The year 2024 is marked by intensive and widespread development of the information technology segment. Integration of these solutions is observed in almost all spheres of life of a modern person, including the medical industry. Of particular relevance and importance is the use of intelligent technologies in the medical industry for data analysis. The main objective of the presented article is a comprehensive study of issues related to the application of intelligent solutions within the framework of the task of analysing medical data in clinics of Voronezh. The work presents the results of the study of the relevance and necessity of applying artificial intelligence within the framework of the original task. The materials reflect the main aspects of the formation of an intellectual solution. The author presents the results of the development of a programme that implements an intelligent module of medical data processing. The results of the article may be of interest to modern software developers, substantiating technical approaches and aspects of the programme development. At the same time, the materials of the work can be useful for the staff and management of medical institutions of Voronezh, substantiating the relevance and necessity of digital development and integration of artificial intelligence, in particular.

Keywords: artificial intelligence, information technologies, clinic, medical data, Voronezh.

Введение

Актуальность применения искусственного интеллекта (далее – ИИ) для обработки медицинских данных в городе Воронеж на момент 2024 года обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, объем медицинских данных растет с огромной скоростью, а традиционные методы обработки информации не всегда справляются с таким количеством данных эффективно. В условиях крупного города, такого как Воронеж (население 1051995 человек по итогам открытых проверок 2023 года), лечебные учреждения (число государственных поликлиники – 49, негосударственных свыше 100) ежедневно создают огромные массивы информации, в том числе диагностические снимки, результаты исследований и электронные медицинские карты [1]. Искусственный интеллект способен обрабатывать эти данные почти мгновенно и вернее, чем человек, что позволяет быстро осуществлять обоснованные медицинские решения.

Необходимость внедрения ИИ также продиктована потребностью в совершенствовании качества медицинских услуг и персонализации лечебного процесса. Это подтверждается на законодательном уровне. Так, в 2024 году на цифровизации поликлиник правительством Российской Федерации выделено свыше 5 миллиардов рублей. Также активно проводятся конференции и круглые столы, результаты обсуждений которых способствуют цифровому

развитию и интеграции интеллектуальных решений в поликлиниках городов нашей страны. Во многом такая активность связана с тем, что современные ИИ-системы могут не только анализировать данные, но и выявлять латентные паттерны, которые не очевидны для медицинских специалистов [2]. Это чрезвычайно необходимо для диагностики сложных заболеваний и создания персонализированной терапии заболеваний [3]. В Воронеже, как и в других крупных городах, существует потребность в повышении специфичности и чувствительности диагностики и результативности лечения, что делает ИИ бесценным инструментом в современной медицине.

Помимо этого, применение искусственного интеллекта в поликлиниках города Воронежа позволит значительно снизить затраты и оптимизировать оказание медицинских услуг населению. В обстановке ограниченных лечебных ресурсов и растущего количества больных, особенно в крупных городах, таких как Воронеж, искусственный интеллект позволит упростить и автоматизировать рутинные задачи, что снизит нагрузку на медицинский персонал и сократить время, которое затрачивается на анализ всей медицинской информации [4]. Это способствует более эффективному распределению ресурсов и наращиванию общей производительности лечебно-профилактических учреждений. Внедрение искусственного интеллекта в лечебную практику Воронежа не только актуально, но и необходимо для реализации высокого уровня медицинского обслуживания и повышения уровня жизни населения.

Методы и принципы исследования

Интеграция интеллектуальных решений, основанных на передовых технологиях 2024 года, будет способствовать автоматизации и оптимизации решения целого ряда медицинских задач. В качестве основы для получения и анализа информации были использованы отечественные научные источники. В рамках работы автором применены различные методы научного исследования, в частности, анализа, синтеза и обобщения. Основой работы стали научные источники по соответствующей теме представленной статьи. Основным подходом проведения исследования стало выполнение комплексного анализа по основным вопросам, вынесенным в рамках использования ИИ в поликлиниках нашей страны.

Основные результаты

Первостепенной задачей в рамках города Воронежа на момент 2024 года является создание интеллектуального решения для установления диагноза. Для решения задачи анализа медицинских изображений и электронных медицинских записей с целью выявления аномалий и точной диагностики заболеваний на основе искусственного интеллекта необходимо использовать глубокие нейронные сети, такие как сверточные нейронные сети (CNN) для анализа изображений и рекуррентные нейронные сети (RNN) или трансформеры для анализа текстовых данных [6]. Далее представлены результаты разработки интеллектуальной программы, использующей библиотеку TensorFlow для создания и обучения модели CNN для анализа медицинских изображений. Для анализа текстовых медицинских записей можно использовать модель на основе трансформеров, такую как BERT.

Установка необходимых библиотек:

```
pip install tensorflow transformers
```

Код для анализа медицинских изображений:

```
import tensorflow as tf
```

```
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
```

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
```

```
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D, Flatten, Dense, Dropout
```

```
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
```

```
import numpy as np
```

```
# Указываем пути к тренировочным и тестовым наборам данных
```

```
train_data_dir = 'path_to_train_data'
```

```
test_data_dir = 'path_to_test_data'
```

```
# Задаем параметры изображений
```

```
img_width, img_height = 224, 224 # Размер изображений
```

```
batch_size = 32 # Размер пакета данных
```

```
# Создаем генератор данных для аугментации тренировочных данных
```

```
train_datagyn = ImageDataGenerator(
```

```
    rescale=1. / 255, # Масштабирование значений пикселей
```

```
    shear_range=0.2, # Применение сдвига по срезу
```

```
    zoom_range=0.2, # Применение зумирования
```

```
    horizontal_flip=True # Применение горизонтального переворота
```

```
)
```

```
# Генератор данных для тестовых данных (только масштабирование)
```

```
test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1. / 255)
```

```
# Генератор тренировочных данных
```

```
train_genyратщr = train_datagen.flow_from_directory(
```

```
train_data_dir,
```

```
target_size=(img_width, img_height),
```

```
batch_size=batch_size,
```

```
class_mode='binary' # Режим классификации (бинарная классификация)
```

```
)
```

```
# Генератор валидационных данных
```

```
validation_generator = test_datagen.flow_from_directory(
```

```
test_data_dir,
```

```
target_size=(img_width, img_height),
```

```
batch_size=batch_size,
```

```
class_mode='binary' # Режим классификации (бинарная классификация)
```

)

Создаем модель сверточной нейронной сети (CNN)

model = Sequential([

Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(img_width, img_height, 3)), # Первый сверточный слой

MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)), # Первый слой подвыборки

Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'), # Второй сверточный слой

MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)), # Второй слой подвыборки

Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'), # Третий сверточный слой

MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)), # Третий слой подвыборки

Flatten(), # Преобразование данных в одномерный вектор

Dense(128, activation='relu'), # Полносвязный слой

```
Dropout(0.5), # Слой регуляризации Dropout
```

```
Dense(1, activation='sigmoid') # Выходной слой с сигмоидальной активацией для бинарной классификации
```

```
])
```

```
# Компиляция модели
```

```
model.compile(optimizer=Adam(lr=0.001), loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])
```

```
# Обучение модели
```

```
model.fit(
```

```
train_generator,
```

```
steps_per_epoch=train_generator.samples // batch_size,
```

```
validation_data=validation_generator,
```

```
validation_steps=validation_generator.samples // batch_size,
```

```
epochs=10 # Количество эпох обучения
```

```
)
```

```
# Сохранение обученной модели на диск
```

```
model.save('medical_image_cnn_model.h5')
```

Код для анализа текстовых медицинских записей с использованием BERT:

```
from transformers import BertTokenizer, TFBertForSequenceClassification
```

```
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
```

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```
import tensorflow as tf
```

```
import pandas as pd
```

```
# Загрузка данных из CSV файла
```

```
data = pd.read_csv('path_to_medical_records.csv') # Данные в формате: текст, метка
```

```
texts = data['text'].tolist() # Извлечение текстов медицинских записей
```

```
labels = data['label'].tolist() # Извлечение меток (классификационные метки)
```

```
# Разделение данных на тренировочные и тестовые наборы
```

```
train_texts, test_texts, train_labels, test_labels = train_test_split(texts, labels, test_size=0.2)
```

```
# Инициализация токенизатора BERT
```

```
tokenizer = BertTokenizer.from_pretrained('bert-base-uncased')
```

Токенизация тренировочных текстов

```
train_encodings = tokenizer(train_texts, truncation=True, padding=True, max_length=128)
```

Токенизация тестовых текстов

```
test_encodings = tokenizer(test_texts, truncation=True, padding=True, max_length=128)
```

Создание TensorFlow Dataset для тренировочных данных

```
train_dataset = tf.data.Dataset.from_tensor_slices((
```

```
dict(train_encodings),
```

```
train_labels
```

```
))
```

Создание TensorFlow Dataset для тестовых данных

```
test_dataset = tf.data.Dataset.from_tensor_slices((
```

```
dict(test_encodings),
```

```
test_labels
```

```
))
```

Загрузка предварительно обученной модели BERT для задачи классификации последовательностей

```
model = TFBertForSequenceClassification.from_pretrained('bert-base-uncased')
```

Компиляция модели

```
optimizer = Adam(learning_rate=5e-5)
```

```
model.compile(optimizer=optimizer, loss=model.compute_loss, metrics=['accuracy'])
```

Обучение модели

```
model.fit(train_dataset.shuffle(1000).batch(8), epochs=3, batch_size=8)
```

Оценка модели на тестовом наборе

```
model.evaluate(test_dataset.batch(8))
```

Сохранение обученной модели

```
model.save_pretrained('medical_text_bert_model')
```

Модуль для выявления (диагностики) заболевания:

```
import tensorflow as tf
```

```
from tensorflow.keras.preprocessing.image import load_img, img_to_array
```

```
from transformers import BertTokenizer, TFBertForSequenceClassification
```

```
import numpy as np
```

```
import os
```

```
# Загрузка предварительно обученной модели для анализа изображений
```

```
def load_image_model(model_path='medical_image_cnn_model.h5'):
```

```
    model = tf.keras.models.load_model(model_path)
```

```
    return model
```

```
# Загрузка предварительно обученной модели для анализа текстов
```

```
def load_text_model(model_path='medical_text_bert_model'):
```

```
    model = TFBertForSequenceClassification.from_pretrained(model_path)
```

```
    tokenizer = BertTokenizer.from_pretrained('bert-base-uncased')
```

```
return model, tokenizer
```

```
# Предобработка изображений перед подачей в модель
```

```
def preprocess_image(image_path, target_size=(224, 224)):
```

```
    img = load_img(image_path, target_size=target_size)
```

```
    img_array = img_to_array(img) / 255.0 # Масштабирование значений пикселей
```

```
    img_array = np.expand_dims(img_array, axis=0) # Добавление измерения пакета
```

```
    return img_array
```

```
# Предобработка текстов перед подачей в модель
```

```
def preprocess_text(texts, tokenizer, max_length=128):
```

```
    encodings = tokenizer(texts, truncation=True, padding=True, max_length=max_length,  
return_tensors='tf')
```

```
return encodings
```

```
# Функция для предсказания диагноза на основе изображения
```

```
def diagnose_image(image_path, model):
```

```
    preprocessed_image = preprocess_image(image_path)
```

```
    prediction = model.predict(preprocessed_image)
```

```
    diagnosis = 'Positive' if prediction[0] > 0.5 else 'Negative'
```

```
    return diagnosis
```

```
# Функция для предсказания диагноза на основе текстовой записи
```

```
def diagnose_text(text, model, tokenizer):
```

```
    preprocessed_text = preprocess_text([text], tokenizer)
```

```
prediction = model(preprocessed_text)
```

```
diagnosis = 'Positive' if tf.nn.sigmoid(prediction.logits)[0][0] > 0.5 else 'Negative'
```

```
return diagnosis
```

```
# Пример использования модуля для диагностики
```

```
if __name__ == "__main__":
```

```
    # Пути к моделям
```

```
    image_model_path = 'path_to/medical_image_cnn_model.h5'
```

```
    text_model_path = 'path_to/medical_text_bert_model'
```

```
    # Загрузка моделей
```

```
    image_model = load_image_model(image_model_path)
```

```
text_model, tokenizer = load_text_model(text_model_path)
```

```
# Путь к изображению и текстовая запись для диагностики
```

```
test_image_path = 'path_to/test_image.jpg'
```

```
test_text = "Patient presents with symptoms of chest pain and shortness of breath."
```

```
# Диагностика на основе изображения
```

```
image_diagnosis = diagnose_image(test_image_path, image_model)
```

```
print(f"Diagnosis based on image: {image_diagnosis}")
```

```
# Диагностика на основе текста
```

```
text_diagnosis = diagnose_text(test_text, text_model, tokenizer)
```

```
print(f"Diagnosis based on text: {text_diagnosis}")
```

В первую очередь выполняется импорт библиотек – TensorFlow и Transformers. Функция загрузки модели для изображений: `load_image_model` загружает предварительно обученную модель для анализа медицинских изображений. Функция загрузки модели для текстов: `load_text_model` загружает предварительно обученную модель BERT и токенизатор для анализа текстовых медицинских записей. Функция предобработки изображений: `preprocess_image` загружает изображение, изменяет его размер и масштабирует значения пикселей перед подачей в модель. Функция предобработки текстов: `preprocess_text` токенизирует текст с использованием токенизатора BERT, подготавливая данные для подачи в модель. Функция диагностики по изображению: `diagnose_image` принимает путь к изображению и модель, выполняет предобработку изображения, делает предсказание и возвращает диагноз. Функция диагностики по тексту: `diagnose_text` принимает текстовую запись, модель и токенизатор, выполняет предобработку текста, делает предсказание и возвращает диагноз. Данный модуль позволяет выполнять диагностику заболеваний на основе медицинских изображений и текстовых записей, используя предварительно обученные модели искусственного интеллекта.

Обсуждение

Применение разработанной программы в поликлиниках города Воронеж предоставляет значительные преимущества, способствуя улучшению качества медицинских услуг и оптимизации работы медицинских учреждений. Внедрение программы также способствует значительной экономии времени и ресурсов. Автоматизация процесса диагностики позволяет снизить нагрузку на врачей, освободив их от рутинных задач и позволяя сосредоточиться на более сложных клинических случаях. Это не только повышает эффективность работы медицинских учреждений, но и уменьшает время ожидания для пациентов, улучшая их общее удовлетворение качеством медицинских услуг. Кроме того, использование программы может сократить количество диагностических ошибок, что повышает общую безопасность и надежность медицинской помощи.

Другим важным преимуществом является возможность интеграции программы в существующие системы медицинской инфраструктуры различных производителей. Это обеспечивает универсальность и гибкость решений, что позволяет адаптировать программу под конкретные нужды каждой поликлиники [7]. Программа может быть настроена для работы с различными форматами медицинских данных и оборудования, что делает ее удобной и доступной для широкого использования. Важно отметить, что разработанная программа не только улучшает качество и точность диагностики, но и способствует оптимизации работы поликлиник, снижению затрат и повышению удовлетворенности пациентов. Ее универсальность и высокая эффективность делают ее незаменимым инструментом для современной медицинской практики в поликлиниках города Воронеж [8].

Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно применения искусственного интеллекта в задаче диагностики медицинских данных в поликлиниках города Воронеж [9]. В результате работы исследована актуальность и необходимость разработки и интеграции интеллектуальных решений в медицинских учреждениях города Воронеж в 2024 году. Автором представлены основные направления, требующие интеграции искусственного интеллекта. В качестве примера для реализации программы была выбрана задача диагностики заболеваний. Материалы статьи отражают результаты разработки интеллектуального модуля на языке Python с использованием библиотек TensorFlow и Transformers для анализа медицинских данных и постановки диагноза на их основе. В рамках дальнейших исследований предполагается обучение интеллектуальной модели на реальном наборе данных, собранных в медицинских учреждениях города Воронеж и тестирование разработанной программы [10].

Благодарности

Огромное спасибо!

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.160.1>

Acknowledgement

Thanks so much!

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.160.1>

Список литературы / References

1. Население Воронежа : пресс-релиз // Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по воронежской области. — 2023.
2. Косолапов В. П. Современное состояние паллиативной медицинской помощи на региональном уровне (на примере Воронежской области) / В. П. Косолапов, Ю. М. Чубирко, Г. В. Сыч [и др.] // ВНМТ. — 2017. — № 2. — С. 163–171.
3. Кошечкин К. А. Регулирование искусственного интеллекта в медицине / К. А. Кошечкин // ПОФМ. — 2023. — № 1. — С. 32–40.

4. Михайлов С. С. Искусственный интеллект и его применение в медицине / С. С. Михайлов // Современные инновации. — 2023. — № 1(42). — С. 15–17.
5. Лазарев Е. А. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в медицине для диагностики и лечения заболеваний / Е. А. Лазарев // Вестник науки. — 2023. — № 12(69). — С. 408–411.
6. Келлониemi А. Р. Искусственный интеллект в медицине: как он помогает диагностировать и лечить заболевания / А. Р. Келлониemi // Вестник науки. — 2024. — № 1(70). — С. 652–655.
7. Пранович А. А. Искусственный интеллект в диагностике и лечении мочекаменной болезни / А. А. Пранович, А. К. Исмаилов, Н. А. Карельская [и др.] // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. — 2022. — № 1. — С. 42–57.
8. Головина Е. А. Использование искусственного интеллекта в медицине / Е. А. Головина, А. К. Бачурина, А. В. Климов // NovaInfo.Ru. — 2019. — № 104. — С. 1–2.
9. Фершт В. М. Современные подходы к использованию искусственного интеллекта в медицине / В. М. Фершт, А. П. Латкин, В. Н. Иванова // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. — 2020. — Т. 12. — № 1(48). — С. 121–130. — DOI: 10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/121-130.
10. Иванченко А. В. Проблемы использования искусственного интеллекта в медицине / А. В. Иванченко // Государство. Религия. Биоэтика. Право. — 2022. — № 4. — С. 79–91.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Naselenie Voronezh [Voronezh population] : press release // Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Territorial'nyj organ federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po voronezhskoj oblasti [Federal State Statistics Service. The territorial body of the Federal State Statistics Service for the Voronezh region]. — 2023. [in Russian]
2. Kosolapov V. P. Sovremennoe sostojanie palliativnoj medicinskoj pomoshhi na regional'nom urovne (na primere Voronezhskoj oblasti) [Current state of palliative care at the regional level (on the example of Voronezh Oblast)] / V. P. Kosolapov, Ju. M. Chubirko, G. V. Sych [et al.] // VNMT. — 2017. — № 2. — P. 163–171. [in Russian]
3. Koshechkin K. A. Regulirovanie iskusstvennogo intellekta v medicine [Regulation of artificial intelligence in medicine] / K. A. Koshechkin // POFM. — 2023. — № 1. — P. 32–40. [in Russian]
4. Mihajlov S. S. Iskusstvennyj intellekt i ego primenenie v medicine [Artificial intelligence and its application in medicine] / S. S. Mihajlov // Sovremennye innovacii [Modern Innovations]. — 2023. — № 1(42). — P. 15–17. [in Russian]
5. Lazarev E. A. Primenenie iskusstvennogo intellekta (II) v medicine dlja diagnostiki i lechenija zabolevanij [Application of artificial intelligence (AI) in medicine for diagnostics and treatment of diseases] / E. A. Lazarev // Vestnik nauki [Bulletin of Science]. — 2023. — № 12(69). — P. 408–411. [in Russian]
6. Kelloniemi A. R. Iskusstvennyj intellekt v medicine: kak on pomogaet diagnostirovat' i lechit' zabolevanija [Artificial intelligence in medicine: how it helps diagnose and treat diseases] / A. R. Kelloniemi // Vestnik nauki [Bulletin of Science]. — 2024. — № 1(70). — P. 652–655. [in Russian]
7. Pranovich A. A. Iskusstvennyj intellekt v diagnostike i lechenii mochekamennoj bolezni [Artificial intelligence in the diagnosis and treatment of urolithiasis] / A. A. Pranovich, A. K. Ismailov, N. A. Karel'skaja [et al.] // Zhurnal telemeditsiny i jelektronnogo zdravoochranenija [Journal of Telemedicine and e-Health]. — 2022. — № 1. — P. 42–57. [in Russian]
8. Golovina E. A. Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta v medicine [The use of artificial intelligence in medicine] / E. A. Golovina, A. K. Bachurina, A. V. Klimov // NovaInfo.Ru. — 2019. — № 104. — P. 1–2. [in Russian]
9. Fersht V. M. Sovremennye podhody k ispol'zovaniju iskusstvennogo intellekta v medicine [Modern approaches to the use of artificial intelligence in medicine] / V. M. Fersht, A. P. Latkin, V. N. Ivanova // Territorija novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta jekonomiki i servisa [Territory of New Opportunities. Bulletin of Vladivostok State University of Economics and Service]. — 2020. — Vol. 12. — № 1(48). — P. 121–130. — DOI: 10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/121-130. [in Russian]
10. Ivanchenko A. V. Problemy ispol'zovanija iskusstvennogo intellekta v medicine [Problems of using artificial intelligence in medicine] / A. V. Ivanchenko // Gosudarstvo. Religija. Biojetika. Pravo [State. Religion. Bioethics. Law]. — 2022. — № 4. — P. 79–91. [in Russian]